

Ⅲ－14 蛇紋岩の風化粘性土の強度特性に与える膨張性鉱物の影響

愛媛大学工学部 正 横田公忠・矢田部龍一
愛媛大学大学院 学 ○森聖
東洋建設（株） 正 柴田隆洋

1. まえがき

北海道の神居古潭から円弧列島に沿い九州の三波川帯まで生成時期を異にしながら分布している蛇紋岩は、飾り石として利用されている一方、切り土のり面の崩壊、地すべり等、土木工事を行う上で様々な問題を起こす岩体として知られている。また、地すべりが見られる箇所では、蛇紋岩としての箇所は見られず、他の地質が接することが多いようである。このような背景から他の地質との関わりと共に、膨張性鉱物が強度特性にどのような影響を与えるかを検討した。

2. 試料採取地及び概要

用いた試料は高知県高知市旭中学校裏の口細山の蛇紋岩および高知県梶原町永野（カルスト）に分布する蛇紋である。口細山では現在、切り土法面に施工されている法枠並びにブロック擁壁に変状およびクラックが発生している。法枠の最上部には、幅50cm、深さ1.0m程度のクラックがあり、クラックを境に上部には泥岩が見られ、下部には蛇紋岩が分布している。表土以深は全て蛇紋岩である。蛇紋岩中には粘土状、葉片状を呈するところが見られる。現場では現在1日に4mm～6mm程度動いている。永野はカルスト頂上付近から標高差220m、勾配32°の滑落崖が形成され、その下部に両脇を急峻な山地に挟まれた最大幅250m、斜面長1500m、標高差360m、平均勾配12.5°の移動土塊による細長い緩斜面が形成されており、その緩斜面の下半分を横切る形で帯状の蛇紋岩が存在している。試料は林道沿いの切り土斜面で粘土状の蛇紋岩から採取した。

下津地区は、和歌山県下津町の硯楠戸線道路新設工事による切り土のり面である。崩壊斜面の地質は、三波川変成岩帯よりなり、泥質片岩、緑色片岩、珪質片岩、塩基性片岩を主とし超塩基性岩を主体とするテクトニックブロックがレンズ上に分布している。

3. 蛍光X線、X線回折試験による鉱物・元素分析

まず採取した粘性土に含まれる粘土鉱物を調べるためX線解析を行った。回折条件は30kv、15mA、走行速度1°/min、紙送り10mm/minで行った。含有鉱物を表3-1に示す。永野では口細山では一般に知られる蛇紋岩の含有鉱物である蛇紋石、アンティゴライト以外にクロライト、タルクも含まれていることから、実際に地すべりを起こしている口細山での含有鉱物が異なった地質と混ざっていることが伺える。また、H.G.処理の結果膨張性の鉱物が同定されており、今回の地すべりの発生に大きく関与しているものと思われる。

次に、基本的にFeを持たない蛇紋石に各種鉱物の貫入によりFeを含んだ粘土状蛇紋岩が生成されている。そしてFeが強度特性に何らかの影響を与えていると考えられる。そこで蛍光X線により元素分析を行い、珪酸からみた鉄含有量を調べた。

表3-1 各試料の含有鉱物および抵抗角(°)

	point	構成鉱物	ϕ'	ϕd	ϕr	Chl含有率(%)
口細山	3.7～4.0m	Serp, Tal, Chl(膨)	42.8	31.8	28.4	14.4
	4.6～4.8m	Serp, Tal, Magt, Chl(膨)	42.4	38.7	31.0	9.3
	6.1～6.5m	Serp, Tal, Magt, Chl(膨)	30.1	29.2	26.6	18.6
永野	上	Serp, Tal, Chl	43.4	37.6	33.1	—
	中	Serp, Tal, Chl	46.7	24.0	21.1	—
下津	S-1	Serp, Tal, Chl(膨)	23.2	15.8	9.4	12.2
	S2-1	Serp, Tal, Chl(膨)	21.8	26.3	20.7	12.4
	S-3	Serp, Tal, Chl(膨)	21.0	24.8	13.2	87.2
	S-5	Serp, Tal, Chl(膨)	23.1	14.2	8.8	11.4

口細山の結果を図3-1に示す。基本的に蛇紋石は鉄を結晶構造中に含まず、その鉄酸化物含有比は0.03~0.08とされている。また、変成岩に多く見られるクロライトの鉄酸化物含有比は0.16~0.40である。今回の実験からは0.3~1.4と5倍の範囲でばらついた。特に、今回強度試験を行ったすべり面粘性土と思われる試料中においては、0.69~1.37と他の深度の鉄酸化物含有比(0.29~0.49)より大きい値を示している。蛇紋石の鉄酸化物含有比から考えると、試料中には磁鉄鉱及びクロライトの割合が蛇紋石より多いことが考えられ、蛇紋岩とクロライトを主要構成鉱物とする岩の混合層では膨張性鉱物が生成される環境にあるのではないかとと思われる。

4. せん断試験による粘性土の強度特性

せん断試験は圧密非排水三軸試験によりピーク強度に対する抵抗角 ϕ' を求め、排水条件において一面せん断型リングせん断試験により、残留強度に対する抵抗角 ϕ_r を求めた。各試料の抵抗角は表3-1に示す通りである。口細山及び永野の ϕ' は比較的大きな値を示して

いる一方、 ϕ' から ϕ_r への強度低下を見ると10°以上もの差がある。深さごとのX線回折試験との比較をしてみたところすべり面と思われる箇所には膨張性クロライトが含まれているが、他のポイントでは同定されていない。このことから、強度低下には膨張性鉱物、今回では膨張性クロライトが大きく関

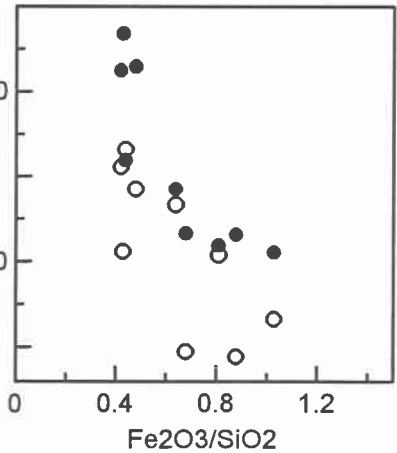


図4-1 鉄含有比と強度定数の関係

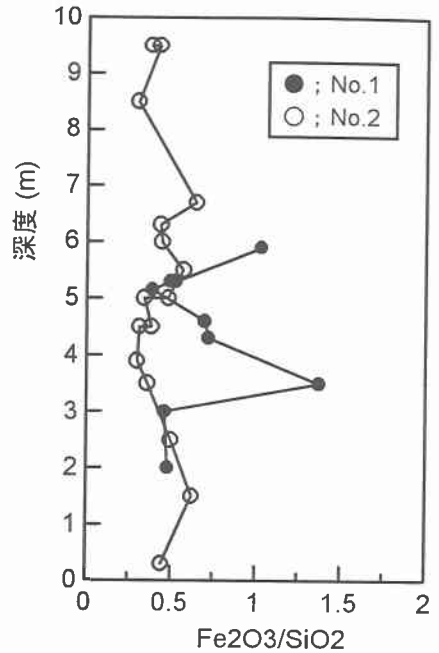


図3-1 深度と鉄含有比の関係

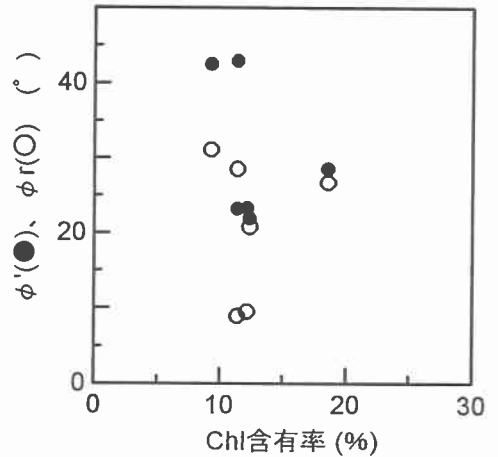


図4-2 Chl含有率と強度定数の関係

与しているものと思われる。膨張性鉱物の生成に当たり、鉄含有量が増加していることからFe2O3/SiO2とせん断抵抗角を比較した。結果を図4-1に示す。図より幾つかのポイントに例外が見られるものの、鉄含有率が大きくなるほどせん断抵抗角は低下している。これは、蛇紋岩自体に鉄は含まれているものの、他の地質の介入により、混合層としてみた蛇紋岩の鉄含有率が増え、このことが強度特性に影響していると考えられる。また、強度定数に影響を与えていると思われる膨張性鉱物の生成は、鉄自体の量ではなく、ここでは珪酸との割合に一因があるように思われる。次にX線回折試験により得られた回折強度からクロライト含有量(%)を調べた。含有量を調べるに当たり、蛇紋岩に緑泥石の割合を変えて測定し、X線で得られた回折強度から含有量を推定した。図4-2にクロライト含有率と強度定数の関係を示す。図からはクロライト含有率と強度定数には良い相関は見受けられない。

5. まとめ

地すべりにおいては膨張性鉱物の有無が一要因とされているが、今回の結果からは、鉄含有率の増加が膨張性鉱物生成の要因の一つであり、強度低下に大きく影響していると考えられる。また、 ϕ' 、 ϕ_r 共にその値の大きさには関係なく膨張性鉱物の生成により、地すべりを起こしやすい層が生成される。